

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 59158612  
PUBLICATION DATE : 08-09-84

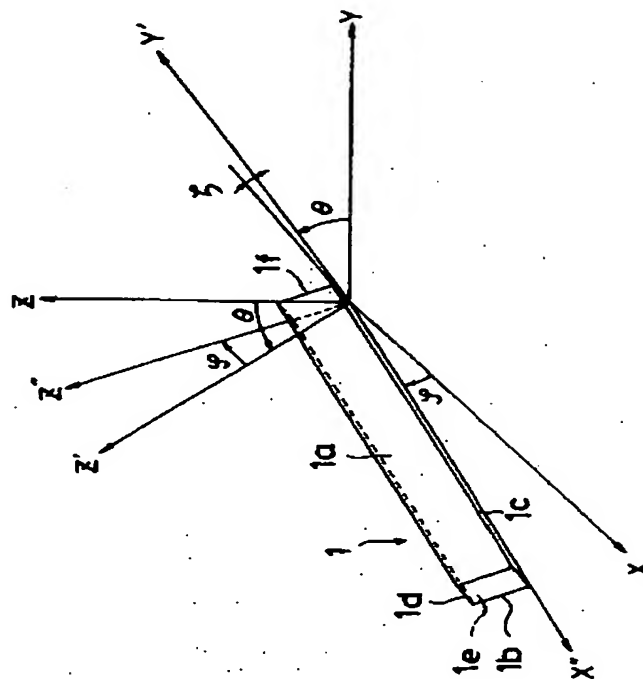
APPLICATION DATE : 01-03-83  
APPLICATION NUMBER : 58034054

APPLICANT : SEIKOSHA CO LTD;

INVENTOR : YANAGI HIROFUMI;

INT.CL. : H03H 9/19

TITLE : THICKNESS SHEAR CRYSTAL  
OSCILLATOR



**ABSTRACT :** **PURPOSE:** To obtain a thickness shear crystal oscillator possible for miniaturization without decreasing a major oscillating level by selecting the ratio of sides of a crystal element chip having a prescribed angle to a prescribed ratio and forming the oscillator to have a small thickness on both end parts.

**CONSTITUTION:** The  $Y'$  and  $Z'$  axes are rotated around the  $X$  axis respectively in the direction of the  $Y$  and  $Z$  axes by an angle  $\theta$  (nearly  $35^\circ$ ). Thus, the  $Y''$  and  $Z''$  axes are set in this way, and then the  $X$  and  $Z'$  axes are rotated around the  $Y'$  axis. Further, the  $X''$  and  $Z''$  axes are set by rotating the  $X$  and  $Z'$  axes around the  $Y'$  axis respectively by an angle  $\phi$  (nearly  $3^\circ$ – $30^\circ$ ) in the direction of the  $Z'$  axis. Thus, the  $X''$ ,  $Y'$  and  $Z''$  axes are set. The lengthwise direction of the crystal element chip 1 is coincident with the direction of the  $X''$  axis. Further, side faces 1c, 1d in the lengthwise direction of the crystal element chip 1 are tilt faces tilted in the direction of the  $Z''$  axis from the  $X''$ - $Y'$  axis plane by an angle  $\zeta$  (nearly  $1^\circ$ – $6^\circ$ ). Further, the length of the crystal element chip 1 is nearly 6mm, the width  $W$  is nearly 1mm, the thickness ( $t$ ) is nearly 0.4mm and the ratio of sides  $w/t$  is 2.5.

**COPYRIGHT:** (C)1984,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59—158612

⑮ Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 03 H 9/19

識別記号

庁内整理番号  
7190—5 J

⑬ 公開 昭和59年(1984)9月8日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑭ 厚みすべり水晶振動子

⑯ 発明者 柳弘文

東京都墨田区太平4丁目1番1  
号株式会社精工舎内

⑰ 特 願 昭58—34054

⑱ 出 願 昭58(1983)3月1日

⑲ 発明者 今野哲郎

東京都墨田区太平4丁目1番1  
号株式会社精工舎内

⑳ 出 願 人 株式会社精工舎

東京都中央区京橋2丁目6番21  
号

㉑ 代理人 弁理士 最上務

明 細 書

1. 発明の名称 厚みすべり水晶振動子

2. 特許請求の範囲

1. 水晶のX軸を中心としてY軸をZ軸方向に、またZ軸を同方向に約35度回転しY'軸およびZ'軸を設定し、つぎにY'軸を中心としてX軸およびZ'軸を3度ないし30度回転しX''軸およびZ''軸を設定し、

水晶片はその長手方向が上記のX軸をY'軸を中心として3度ないし30度回転したX''軸方向と一致しており、水晶片の長手方向の側面はX''軸—Y'軸平面よりZ''軸方向に1度ないし6度傾斜した傾斜面であり、水晶片の辺比(幅÷厚さ)は1.5ないし4.5であり、水晶片はその長手方向の両端部の厚みが薄く形成してあることを特徴とする厚みすべり水晶振動子。

2. 特許請求の範囲第1項において、水晶片はその長手方向の両端部の厚みがZ'軸に平行に、

X軸方向に沿って中心部から両端部に行くに従って薄く形成してあることを特徴とする厚みすべり水晶振動子。

3. 特許請求の範囲第1項において、水晶片はその長手方向の両端部の厚みが、Z'軸をY'軸を中心として約20度回転した範囲の方向に平行に、上記方向と直交する方向に沿って中心部から両端部に向けて薄く形成してあることを特徴とする厚みすべり水晶振動子。

3. 発明の詳細な説明

本発明は厚みすべり振動を行う水晶振動子に関するものである。

従来、厚みすべり振動を行う水晶振動子として円板状のA.Tカット水晶振動子があつた。このA.Tカット水晶振動子は周波数温度特性が優れているため広く普及されているが、小型化が困難であるという欠点をもつていた。

また水晶振動子の小型化を目的として矩形形状のA.Tカット水晶振動子も提案されているが、水

晶片の幅と厚さとの比すなわち辺比が小さくなつてくると主振動レベルが低下するとともに不要振動の数とレベルが増加するという欠点をもつていた。そして水晶片の側面の傾きを約5度傾斜させ輪郭系振動との結合を小さくし、主振動特性の変化を防止した矩形ATカット水晶振動子も提案されているが、この水晶振動子もさらに小型化していくと主振動レベルが低下してしまい、小型化は難しかった。

本発明は上記欠点を除去するものであり、主振動レベルを低下させることなく小型化が可能である厚みすべり水晶振動子を提供することを目的とするものである。

また輪郭系振動の不要振動群を主振動領域から遠ざけることができ、主振動にて安定して発振できる厚みすべり水晶振動子を提供することを他の目的とするものである。

以下本発明の実施例を詳細に説明する。

図1～4図において、X軸、Y軸、Z軸はそれぞれ水晶の電気軸、機械軸、光軸である。Y'軸

はX軸を中心としてY軸をZ軸方向に角度 $\theta$ だけ回転したものであり、Z'軸は同様にX軸を中心としてZ軸を角度 $\theta$ だけ同方向に回転したものである。角度 $\theta$ は約35度が用いられ、これはATカット水晶板の射出角度である。このようにしてY'軸、Z'軸が設定され、つぎにY'軸を中心としてX軸およびZ'軸を回転する。X''軸はY'軸を中心としてX軸をZ'軸方向に角度 $\phi$ だけ回転したものであり、Z''軸はY'軸を中心としてZ'軸を角度 $\phi$ だけ同方向に回転したものである。角度 $\phi$ は3度～30度の範囲の角度が用いられる。このようにしてX''軸、Y'軸、Z''軸が設定される。1は水晶薄片であり、略矩形状をしており、その長手方向がX''軸方向に一致している。水晶薄片1の主面1a、1bはX''軸-Z''軸平面に平行な平行平面に形成されている。そして水晶薄片1の長手方向の側面1c、1dは、X''軸-Y'軸平面より角度 $\kappa$ だけZ''軸方向に傾斜させた傾斜平面となつている。角度 $\kappa$ は約1度～6度の範囲の角度が用いられ、前述の角度 $\phi$

により図2図示のように決定されるものである。すなわち本実施例では角度 $\phi = 15^\circ$ とし、この場合角度 $\kappa = 5^\circ$ となる。水晶薄片1の端面1e、1fはY'軸-Z''軸平面と平行な平面に形成されている。なお水晶薄片1の長さ $l$ は約6mm、幅 $w$ は約1mm、厚さ $t$ は約0.4mm、辺比 $w/t$ は2.5である。

このようにして形成された水晶薄片1は、研磨などの加工を施され、図5～8図示の水晶片11に加工される。水晶片11は水晶薄片1の一方の主面1aがZ'軸方向に平行の円柱面に研磨加工され、水晶片11の両端部の厚みはZ'軸に平行にX軸に沿って徐々に小さくなつていく。このように水晶片11は一方の主面11aが円柱面に加工されたシリンドリカル形状となつている。他方の主面11b、側面11c、11dおよび端面11e、11fは水晶片1の各面が加工されずに残されている。そしてZ''軸方向に平行な端面11e、11fは、円柱面加工がZ'軸方向に行われるため、角部の厚さが図6～8図に示すよう

に異つた厚さとなる。

図9～11図に示される水晶片21は、水晶から切断角度約35度にて射出された通常のATカット水晶板22より射出したものである。すなわちATカット水晶板22にZ'軸方向に沿って円柱面加工を行い、端部の厚みをZ'軸に平行に徐々に小さくしたあと、角度 $\phi$ および角度 $\kappa$ をもつて斜めに切断する。このように形成された水晶片21は、その長手方向がX軸よりZ'軸方向に角度 $\phi$ だけ回転させたX''軸方向と一致しており、主面21a、21bの一方の主面21aはZ'軸に平行に円柱面加工されその両端部の厚みがZ'軸に平行にX軸に沿って徐々に小さくなつていく。また水晶片21の長手方向の側面21c、21dは、X''軸-Y'軸平面よりZ''軸方向に角度 $\kappa$ だけ回転させた傾斜平面に形成されている。そして水晶片21の端面21e、21fはY'軸-Z''軸平面と平行になつている。

なお図5～8図示の水晶片11および図9～11図示の水晶片21の円柱面加工を両主面に

つて両端部の厚みを小さくするようにすることも可能である。この場合は円柱面の曲率半径を大きくする必要がある。

第12～15図に示される水晶片31は、水晶薄片の両端を傾斜面に加工するベベル加工を行ったものである。この水晶薄片は上記水晶薄片1と比較し辺比 $w/t$ を若干大きくしてあり、角度 $\varphi$ を約10度、角度 $\kappa$ を約5.1度に設定してある。上記のベベル加工はZ'軸に平行に行われ、水晶片31の両端部の厚みはZ'軸に平行にX軸に沿って徐々に小さくしてある。このように水晶片31は長手方向がX''軸方向と一致し、主面31a、31bは両端部がベベル加工されている。そして長手方向の側面31c、31dは、X''軸-Y'軸平面よりZ''軸方向に角度 $\kappa$ だけ回転した傾斜平面となつている。また水晶片31の端面31e、31fは、Y'軸-Z''軸平面と平行に形成されているが、これらの端面は第9図示のようにY'軸-Z'軸平面と平行に形成することもできる。そしてベベル加工は一方の主面のみに対して行つ

てもよい。

第16～19図に示される水晶片41は、水晶片の長手方向のX''軸を前記の実施例とは反対方向にすなわちX軸をZ'軸より離れる方向に角度 $\varphi$ だけ回転し設定している。水晶は三方晶系に属するので角度 $\varphi$ を逆方向にとつても同じ特性が得られる。この実施例では角度 $\varphi$ は約5度であり、角度 $\kappa$ は第2図より5.1度強である。水晶片41の両主面41a、41bにはバイシリンドリカル加工が施され、円柱面となつている。このバイシリンドリカル加工はZ'軸より5度回転したZ''軸に平行に、X''軸方向に沿って施されている。そして水晶片の長手方向の両端部を薄くする各種加工の方向は、Z'軸に対して±20度の範囲の方向に平行に、その方向と直交する方向に沿って行かえばよいことが実験的に確かめられた。水晶片41の側面41c、41dは前記のようにX''軸-Y'軸平面より角度 $\kappa$ だけ傾斜した傾斜面となつている。また端面41e、41fは、Y'軸-Z''軸平面に平行な平行平面である。

上記のように水晶片11、21、31、41は形成されるものであり、つぎにこれらの水晶片の駆動について述べる。これらの水晶片には駆動電極が真空蒸着などにより形成されている。第20～21図示の水晶片11には駆動電極12、13がその主面の中央部に設けられている。駆動電極12、13はZ'軸方向に平行に端辺に形成されているが、端辺は水晶片の長手方向に直角でもよく、また円弧状でもよい。12a、13aは水晶片11の一端に延出された引出し電極である。このように引出し電極12a、13aを一端側に延出させた場合は水晶片11は片持保持に適するが、引出し電極をそれぞれ両端側に延出させ両持保持するようにすることもできる。駆動電極12、13に電界を印加すると水晶片11は発振する。第22図は水晶片の長さ $l$ 、厚み $t$ を一定にし、幅 $w$ を変化させたときの共振周波数を示すモードチャートである。同図において、⊗印は主振動を示し、○印の大きさは共振レベルの高さを示している。他の○印は副振動を示し、共振レベルの低

い○印は点として表わされている。同図より、幅 $w$ が1mmの付近すなわち辺比 $w/t = 1/0.4 = 2.5$ の付近の水晶振動子は、主振動の共振レベルが非常に高く、主振動に接近する副振動は少なく、振動特性が優れ、安定した水晶振動子ということが明らかである。また幅 $w$ が1.35mmの付近すなわち辺比 $w/t = 1.35/0.4 = 3.4$ の付近の水晶振動子は、上記の付近より多少副振動が接近するが共振レベルが高く安定していることが明らかである。

このように角度 $\theta = 35$ 度、角度 $\varphi = 15$ 度、角度 $\kappa = 5$ 度とし、水晶片11の長さ $l = 6$ mm、厚み $t = 0.4$ mmとしたときは、幅 $w$ が1mm付近、および1.35mm付近で特に共振レベルが高く、副振動が接近していいため安定しているが、他の幅においても十分実用に供することは明白である。そして実験の結果、角度 $\theta = 34 \sim 36$ 度、角度 $\varphi = 3 \sim 30$ 度、角度 $\kappa = 1 \sim 6$ 度、辺比 $w/t = 1.5 \sim 4.5$ の範囲において主振動の共振レベルが高く、副振動の数が少なくしかも主振動から離

れており、安定した発振を行うことがわかった。これは角度 $\phi$ および角度 $\kappa$ を設けることにより輪郭系の振動との結合を強めることができるためであると考えられる。

図23図は水晶片の長さ $l \approx 6 \text{ mm}$ 、厚み $t \approx 0.4 \text{ mm}$ 、角度 $\phi = 30^\circ$ 、角度 $\kappa \approx 4.5^\circ$ の水晶片に図5～8図示の水晶片のように円柱面加工を行つたシリンドリカル形状の水晶片のモードチャートを示している。図から明らかなように、幅 $w$ が $0.95 \sim 1.25 \text{ mm}$ の範囲において主振動に接近する側振動が極めて少ないことがわかる。

なお水晶片の端部の厚みを薄くする例として円柱面加工を行つたシリンドリカル形状水晶片および傾斜面加工を行つたベベル形状水晶片の例を示したが、段差面加工を行つて厚みを小さくしたり、また階段状に複数の段差面加工を行つたりすることも可能である。

以上詳述したように本発明によれば、厚みすべり水晶振動子の水晶片を極めて小型化できる。また主振動領域から不要振動を除去することができ

るので主振動特性を安定させることができる。このため製造上の公差を大きくしても、安定した厚みすべり水晶振動子を提供することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

図1図は本発明の一実施例の水晶素片を示す斜視図、図2図は角度関係を示す曲線図、図3図は図1図 $Y'$ 軸方向より見た水晶素片の正面図、図4図は図1図 $X''$ 軸方向より見た水晶素片の左側面図、図5図は水晶素片を加工した水晶片の一実施例の正面図、図6図はその右側面図、図7図はその底面図、図8図は図5図 $W-W$ 線矢視図、図9図は水晶片の他の実施例の正面図、図10図はその右側面図、図11図は図9図 $X-X$ 線矢視図、図12図は水晶片のさらに他の実施例の正面図、図13図はその右側面図、図14図はその底面図、図15図は図12図 $XV-XV$ 線矢視図、図16図は水晶片のさらに他の実施例の正面図、図17図はその右側面図、図18図はその底面図、図19図は図16図 $XIX-XIX$ 線矢視図、図20図は図

5～8図示の水晶片に駆動電極を形成した水晶振動子の一実施例の正面図、図21図はその背面図、図22図は図20～21図示の水晶振動子の幅と共振周波数との関係を示すモードチャート、図23図は水晶振動子の他の実施例のモードチャートである。

1 …… 水晶素片

11, 21, 31, 41 …… 水晶片

11a, 11b, 21a, 21b, 31a, 31b, 41a, 41b …… 主面

11c, 11d, 21c, 21d, 31c, 31d, 41c, 41d …… 傾斜平面

$\theta, \phi, \kappa$  …… 角度  $t$  …… 厚さ

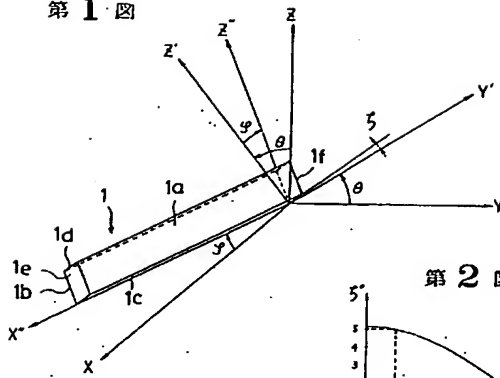
$w$  …… 幅  $w/t$  …… 辺比

以 上

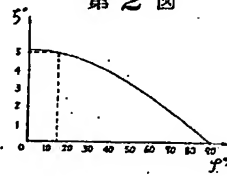
代理人 最 上



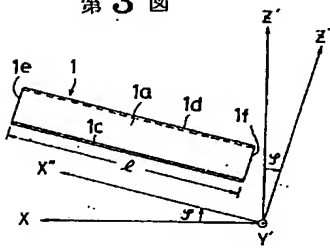
第1圖



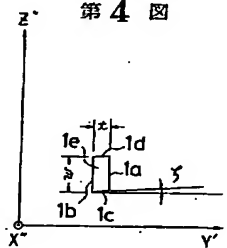
第2圖



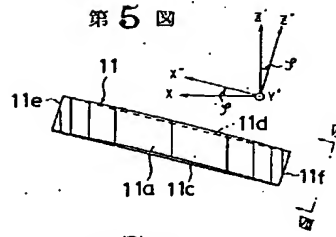
第3圖



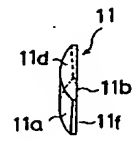
第4圖



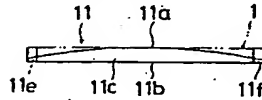
第5圖



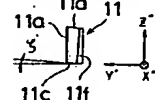
第6圖



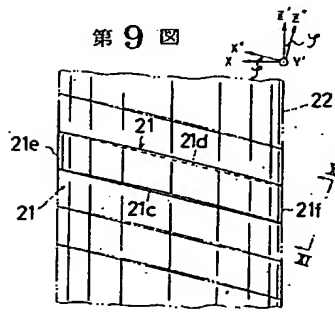
第7圖



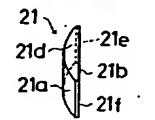
第8圖



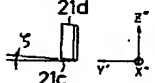
第9圖



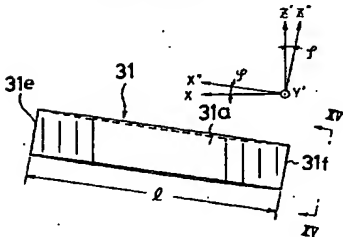
第10圖



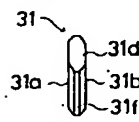
第11圖



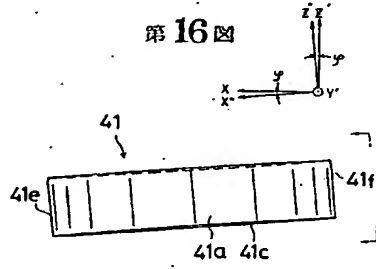
第12圖



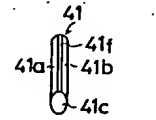
第13圖



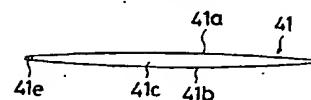
第16圖



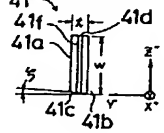
第17圖



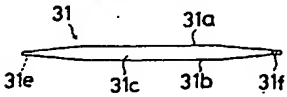
第18圖



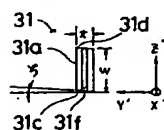
第19圖



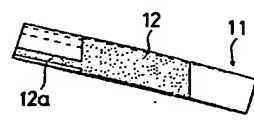
第14圖



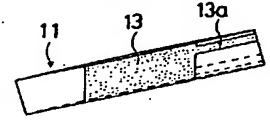
第15圖



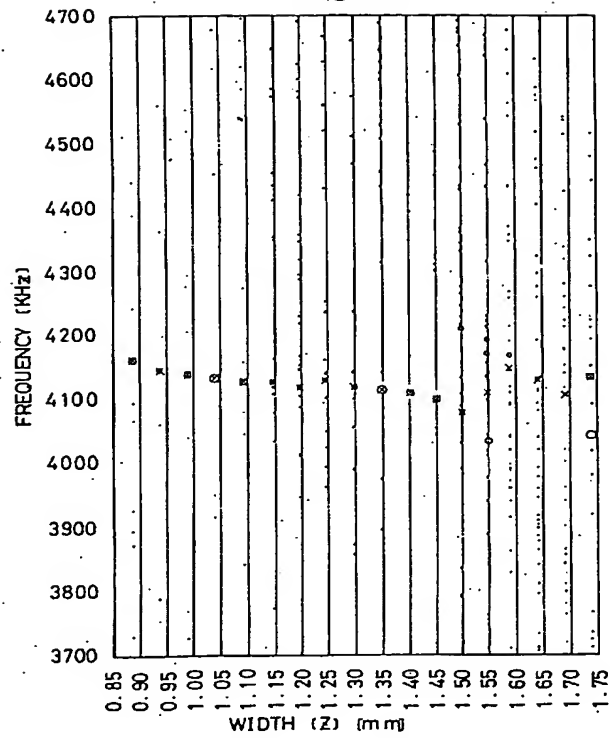
第20圖



第21圖



第22図



第23図

